

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03130369 A**

(43) Date of publication of application: **04.06.91**

(51) Int. Cl.

C23C 16/50
C23F 4/00
H01L 21/205
H01L 21/302
H01L 21/31

(21) Application number: **01268358**

(22) Date of filing: **16.10.89**

(71) Applicant: **HITACHI LTD HESCO**

(72) Inventor:
TANAKA MASAHIRO
WATANABE KUNIIKO
TODOROKI SATORU
NAKATANI MITSUO
SUZUKI KAZUO
SONOBE TADASHI

(54) MICROWAVE PLASMA TREATING DEVICE

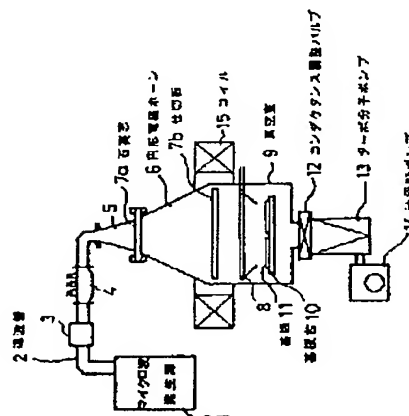
treatment is applied.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

PURPOSE: To apply uniform treatment over a large area by expanding a microwave to the treating area with an electromagnetic horn to produce large-area plasma and providing a diaphragm transmissible to the microwave in the middle of a vacuum vessel.

CONSTITUTION: The quartz diskboard 7b is placed at the opening of the circular electromagnetic horn 6 in the vacuum chamber 9 to vertically separate plasma. The microwave from its source 1 is sent to the horn 6 through the waveguide 2, isolator 3, tuner 4, rectangular-circular mode transformer 5 and quartz window 7a. The microwave is spherically expanded by the horn 6 while keeping its mode with the vicinity of the horn inlet as the center and radiated into the chamber 9. A gas is introduced into the chamber 9 through a gas blowoff pipe 8, the chamber is evacuated by a turbo molecular pump 13, the chamber 9 is controlled to a specified pressure by a conductance control valve 12, and a coil 15 is energized to generate a magnetic field. The length of plasma contributing to the surface reaction is kept by the diskboard 7b at the length from a substrate 11 to the diskboard 7b, and uniform



⑫ 公開特許公報(A)

平3-130369

⑬ Int. Cl.³C 23 C 16/50
C 23 F 4/00
H 01 L 21/205

識別記号

庁内整理番号

A

8722-4K
7179-4K
7739-5F※

⑭ 公開 平成3年(1991)6月4日

審査請求 未請求 請求項の数 13 (全9頁)

⑮ 発明の名称 マイクロ波プラズマ処理装置

⑯ 特 願 平1-268358

⑰ 出 願 平1(1989)10月16日

⑱ 発 明 者 田 中 政 博 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作
所生産技術研究所内⑲ 発 明 者 渡 辺 邦 彦 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作
所生産技術研究所内⑳ 発 明 者 轟 悟 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作
所生産技術研究所内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 出 願 人 株式会社日立エンジニアリングサービス 茨城県日立市会瀬町2丁目9番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 富田 和子
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

マイクロ波プラズマ処理装置

2. 特許請求の範囲

1. ガス供給手段、真空排気手段を備えた真空容器と、該真空容器内にマイクロ波を導入する手段と、マイクロ波を拡げて大面積に照射する電磁ホーンとを備え、かつ、前記真空容器内に、マイクロ波を通す材質でできた仕切板を設置することを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

2. 導波管内もしくは電磁ホーンの入口付近の部分で、マイクロ波を通す材料を用いて真空シールを行なうことにより、電磁ホーン内が真空容器の一部となる構成とした請求項1記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

3. 前記電磁ホーンは、開口部からほぼ平面波を放射するよう構成されたものを用いる請求項1または2記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

4. 前記真空シールは、マイクロ波を通すと共に、

耐熱性に優れた材料を用い、かつ、耐熱性のシール材を用いる構成とすることを特徴とする請求項2記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

5. 前記仕切板は、真空容器内に配置される、処理すべき基板と並ぶように設けられ、基板と仕切板の間にプラズマが存在するように構成される、請求項1、2、3または4記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

6. 仕切板と処理すべき基板との距離が、プラズマ密度の高い所では近く、低い所では遠くなるように設定された請求項5記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

7. 前記仕切板は、仕切板と処理すべき基板との距離が、プラズマ密度の高い所では近く、低い所では遠くなるように曲面状に形成されるものである、請求項5記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

8. ガス供給手段、真空排気手段を備えた真空容器と、該真空容器内にマイクロ波を導入する手段とを備え、前記真空容器は、その全体もしくは

はその一部が円錐形、四角錐もしくは多角錐形を成し、その頂点より内部へマイクロ波を導入する構造であり、かつ、内部に、マイクロ波を通す材質でできた仕切板を設置することを特徴とすることを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

9. 前記真空容器内においてマイクロ波の周波数における電子サイクロトロン共鳴(ECR; Electron Cyclotron Resonance)を起こすような磁界の発生手段を備えた請求項1、2、3、4、5、6、7または8記載のマイクロ波プラズマ処理装置。
10. 前記仕切板は、処理すべき基板に対し平行に設けられ、基板と仕切板の間に電子サイクロトロン共鳴点があるように設置される、請求項9記載のマイクロ波プラズマ処理装置。
11. ガスとしてフッ素もしくは塩素を含む化合物を用いることを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9または10記載のマイクロ波プラズマエッチング装置。

を取り付けて磁場を印加し、さらに導波管を介して電子サイクロトロン周波数と同一の周波数のマイクロ波を導入し、放電を起こすことによって、真空室内に導入された反応ガスを分解し、これにより真空室内に設置された試料である基板上に、化学蒸着が行なわれるようになっている。

しかし、導波管によりマイクロ波を導入すると、導波管の大きさにより放電を起こす部分の大きさが制約を受け、大面積基板の処理は困難となる。

マイクロ波の導入法としては、導波管によるものの他に、ジャパニーズ ジャーナル オブ アプライド フィジックス 23巻8号 1984年8月号 1101頁から第1106頁(JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS Vol.23 No.8, August 1984, pp.1101~1106)に記載されているリジターノコイル(Lisitano-Coil)を用いる方法がある。この方法では、リジターノコイルの直径を増せば、放電部分を拡大することができる。

しかし、この方法によっても均一なプラズマを発生することは困難であり、中心部分と、周辺部

12. シリコンを含む化合物をガスとして用いることを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9または10記載のマイクロ波プラズマCVD装置。

13. ガスとして酸素もしくは亜酸化窒素を用いることを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9または10記載のマイクロ波プラズマ酸化装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、半導体デバイスや、液晶表示素子、感熱ヘッド、薄膜磁気ヘッド等の薄膜を応用した電子部品等の製造におけるプラズマ処理装置に係り、特に、薄膜形成およびエッチング等プラズマ処理を行なう装置に関する。

[従来の技術]

この種のマイクロ波プラズマ処理装置の従来装置としては、特開昭59-3018号公報に示されたものが知られている。同公報に開示される装置は、真空室に放電管が設けられ、これにコイル

分のプラズマ密度、電子エネルギーの差は避けられなかった。特に、圧力が、0.1 Pa以上ではこの不均一性は顕著となり、大面積の処理装置としては実用困難であった。

[発明が解決しようとする課題]

ところで、液晶表示素子や、ファクシミリのラインセンサー、感熱ヘッド等の製作に、マイクロ波プラズマの低圧力、高密度プラズマを利用したプラズマCVDやプラズマエッチングを用いることが行なわれつつある。この場合、素子の大型化にともない、大型基板や、大型ウエハーについてのプラズマ処理が必要となっている。

これに対して、特開昭63-240013号公報には、電子サイクロトロン共鳴を利用した反応装置として、マイクロ波ホーンアンテナを用いたものが開示されている。

この従来の装置は、マイクロ波ホーンを用いているので、広い面積に渡ってプラズマを発生させることが可能と考えられる。従って、大面積にわたり、マイクロ波プラズマによる処理ができるの

で、大面積の基板を処理することができると考えられる。また、一度に多くの基板を処理することができ、単位時間当たりの処理量を増すことが可能と考えられる。

しかし、開示される従来の装置では、生じられるプラズマの密度の均一性についてまでは、配慮されていない。すなわち、この従来技術は、発生するプラズマが、磁場の影響で局在化して、大面積について一定の密度で存在しないため、大面積基板の均一処理が困難であり、素子自体の性能や製造歩留まりの向上を図ることができない。そのため、例えば、大型基板を用いる、液晶表示パネル等の処理は困難であり、また、大型ウエハの処理も行なえない等の問題がある。さらに、小型の基板であっても、一度に多くの基板について、均一に処理することができず、製造歩留まりが悪いという問題がある。

本発明の目的は、大面積にわたり、均一に処理が行なえるマイクロ波プラズマ処理装置を提供することにある。

が存在することになり、マイクロ波の伝播に多少影響があるが、真空シールは導波管断面で行なうことができ、装置作成上有利となる。

マイクロ波を真空中に導入する窓の材質としては、絶縁体であり、誘電率のあまり大きくないものであることが必要条件となる。耐熱性および強度の点から、石英が望ましい。大口径の石英窓は高価であり、かつ、大気圧による力も大きく破壊されやすいので、導波管と電磁ホーンの継ぎ目で真空シールする方が経済的であり、安全性の面でも有利である。

前記真空容器は、その全体もしくはその一部が円錐形、四角錐もしくは多角錐形を成し、その頂点より内部へマイクロ波を導入する構造に形成することができる。円錐形、四角錐もしくは多角錐形部分が電磁ホーンとして機能する。

電磁ホーンは、導電率の大きい金属、例えば、アルミニウム合金等で作られることが好ましい。また、電磁ホーンは、開口部からほぼ平面波を放射するように構成されたものを用いることが好まし

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、電磁ホーンによりマイクロ波を処理面積まで拡げ、大面積のプラズマを発生させると共に、真空容器の中間に絶縁体の仕切板を設け、均一にプラズマ処理ができるようにしたものである。

仕切板は、真空容器内に配置される、処理すべき基板と並ぶように設けられ、基板と仕切板の間にプラズマが存在するように構成される。仕切板と処理すべき基板との距離は、プラズマ密度の高い所では近く、低い所では遠くなるように設定されることが好ましい。この場合、仕切板は、曲面状に形成されることが好ましい。

マイクロ波の導入には、電磁ホーンでマイクロ波を拡げた後に石英等の絶縁材料でできた窓を通して真空室内にマイクロ波を導入する方法と、導波管と電磁ホーンの継ぎ目で真空シールする方法が考えられる。前者はプラズマの影響なくマイクロ波を拡げることができるが、真空シール面が大口径となる。後者では、電磁ホーン内にプラズマ

い。このための条件については、後述する。

本発明のマイクロ波プラズマ処理装置は、特に、前記真空容器内においてマイクロ波の周波数で電子サイクロトロン共鳴(ECR)を起こすような磁界の発生手段を備えたマイクロ波プラズマ処理装置に好適である。この場合、前記仕切板は、処理すべき基板に対し平行に設けられ、基板と仕切板の間に電子サイクロトロン共鳴点があるように設置される。

また、本発明が好ましく適用される装置としては、例えば、ガスとしてフッ素もしくは塩素を含む化合物を用いるマイクロ波プラズマエッチング装置、シリコンを含む化合物をガスとして用いるマイクロ波プラズマCVD装置、ガスとして酸素もしくは亜酸化窒素を用いるマイクロ波プラズマ酸化装置等が挙げられる。

【作用】

電磁ホーンは、マイクロ波のモードをほぼ保って、ホーンの入口近くを中心とした球面状にマイクロ波を拡げることができる。均一なプラズマを

効率よく発生するには、照度分布が一様で、波の位相が揃っていることが望ましい。そのためには、電磁ホーンの開口径と長さの間に最適な組合せがある。電磁ホーンには、断面が矩形のものと円形のものがあるが、どちらを用いてもよい。

電磁ホーンからほぼ平面波が放射されるには、漸次ホーンが最適に設計されることが必要である。矩形ホーンの場合、開口径 a 、 b は、ホーン長 L に対して、第4図に示すような関係にある。ここで、実用的には、直線近似で十分であるから、開口径 a 、 b は、以下のような条件が好ましい。

一辺、1 m 以下の矩形ホーンでは、電界方向の開口径を a 、磁界方向の開口径を b 、長さを L 、マイクロ波の波長を λ とすると、以下の条件を満足するように形を決めれば、比較的均一なプラズマを得ることができる。

$$0.23\lambda + 2\lambda \leq a \leq 0.23\lambda + 4\lambda$$

$$0.2\lambda + 1.5\lambda \leq b \leq 0.2\lambda + 3.5\lambda$$

また、直径 1 m 以下の円形ホーンでは、直径を D とすると、以下の条件を満足するように形を決

きる粒子の数に長さ分の差を生じることとなる。

そこで、基板から一定距離をおいて平行に仕切板を入れることにより、表面反応に寄与するプラズマの長さを基板から仕切板までの長さに一定とすることができ、これにより、均一処理が可能となる。

但し、この場合、電子サイクロトロン共鳴を起こす点が、基板と仕切板の間に入るように磁場を形成する必要がある。電子サイクロトロン共鳴点が仕切板の基板と反対側の空間に存在するような場合、マイクロ波は共鳴点までしか伝播しないため、仕切板と基板の間ではプラズマが発生しなくなる。

電磁ホーンの設定が最適設計ではない場合、マイクロ波の照度分布が、中央が強く周辺が弱い状態になりやすい。このような場合、中央部のプラズマ密度が上がり活性化されたラジカルやイオンの濃度が中央が高くなりやすい。このような場合、仕切板を曲面として濃度が高い部分で基板との距離を短くし、濃度が低い部分で基板との距離を長

めれば、比較的均一なプラズマを得ることができる。

$$0.21\lambda + 1.75\lambda \leq D \leq 0.21\lambda + 3.75\lambda$$

プラズマ処理を行なう場合、プラズマによって活性化されたラジカルやイオン等を利用することが多いが、これらの濃度を基板面に対して均一化するには、基板面に平行に仕切板をおいてプラズマを仕切り、基板上の各点に対して作用するプラズマの量を一定にすることが有効である。

磁界中の荷電粒子は、磁力線を軸とした螺旋運動をし、磁力線に沿った動きをする。真空シールを電磁ホーンと導波管の継ぎ目部分で行なうと、電磁ホーン内にもプラズマが発生するが、プラズマを構成する荷電粒子は磁力線に沿って動くため、基板を横切る磁力線上のプラズマが、その磁力線が基板表面と交わる点の表面反応に寄与することになる。ここで、基板中央部に対応するプラズマは、電磁ホーンの奥までのびているのに対し、周辺部に対応するプラズマは、基板表面から電磁ホーンの壁までの長さしかなく、表面反応に寄与で

くとればより高い均一性が得られる。

従って、本発明によれば、大面積の液晶表示素子や、感熱ヘッド等のように、従来マイクロ波プラズマよりもプラズマ密度の小さい高周波プラズマで処理していた大面積の素子の製作にもマイクロ波プラズマを応用することが可能となり、高密度プラズマによる高速処理が可能となる。

【実施例】

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

実施例1

実施例1について、第1図により説明する。

第1図に示す実施例は、マイクロ波供給部と、処理部と、真空排気系とを備えて構成される。

マイクロ波供給部は、マイクロ波発生源1と、導波管2と、アイソレータ3と、チューナ4と、矩形-円形モード変換器5と、円形電磁ホーン6とを備えて構成される。

処理部は、真空室9と、その内部に設けられる仕切板7a、ガス吹出管8および基板台10とを

備えて構成される。

真空室9は、矩形-円形モード変換器5から円形電磁ホーン6に入る直前で石英窓7aで真空シールを行ない、円形電磁ホーン6は真空室9の外壁の一部を兼ねたものとなっている。石英窓7aの真空シールは、図示しない金属リングを用いて行なっている。また、真空室9は、円形電磁ホーン6の開口部に、厚さ3mmの石英製仕切板7bを置き、上下のプラズマを分離している。さらに、真空室9は、コンダクタンス調整バルブ12を介して真空排気系に通じている。

真空排気系は、ターボ分子ポンプ13と、油回転ポンプ14とを備えている。

次に、前記したように構成される装置を用いて、プラズマエッチングを行なう場合について説明する。

マイクロ波発生源1より導波管2を通じ、アイソレータ3、チューナ4、矩形-円形モード変換器5を経て、石英窓7aを通して円形電磁ホーン6へとマイクロ波を導き、ここで、直径300mm

ところ、ほぼ均一なプラズマが発生し、アルミニウムのパターンをレジストとして、窒化シリコン膜のエッチングが起こった。エッチングレートは、毎分0.08~0.085μmと、全面にわたりほぼ均一であった。

この際、石英窓7aは、マイクロ波とイオン衝撃により加熱され、赤熱した。しかし、本実施例では、石英窓7aの真空シールは、金属リングで行なっているため、赤熱によってもシールの劣化は生じなかった。なお、この点については、後述する他の実施例においても同様である。

実施例2

実施例2について、第2図により説明する。

第2図に示す実施例は、前記実施例1と同様に、マイクロ波供給部と、処理部と、真空排気系とを備えて構成される。

マイクロ波供給部は、マイクロ波発生源21と、前記実施例1と同様に構成されるマイクロ波導波系22とを備えて構成される。

前記処理部は、矩形電磁ホーン24を含む真空

室29までマイクロ波を拡げて真空室9内にマイクロ波を放射した。

ガスは、酸素を3%含む四フッ化炭素を毎分90cm³ほどガス吹出管8を通して流し、ターボ分子ポンプ13により排気した。真空室内の圧力は、約0.1Paになるよう、コンダクタンス調整バルブ12で調整した。

磁場は、コイル15に電流を流し、コイル中心で約0.1Tを発生させた。マイクロ波周波数は、2.45GHzで、この時、電子サイクロトロン共振は0.0875Tで起こる。この点は、仕切板7bと、基板11の間にある。

電磁ホーン6の開口径は、直径300mmで、ホーンの長さは300mmであった。

基板11としては、直径約125mmのシリコンウエハ上に、厚さ1μmの窒化シリコン膜を化学蒸着法で形成した上に、厚さ0.5μmのアルミニウム膜を3μmのラインアンドスペースにパターンニングしたものを2枚使用した。

上記の条件で600Wのマイクロ波を投入した

室29と、その真空室29内部に、仕切板26と、ガス吹出管25と、基板27を指示する基板台(図示せず)とを備えている。

真空室29は、マイクロ波導波系22から矩形電磁ホーン24に入る直前で、石英窓23で真空シールを行ない、矩形電磁ホーン24は真空室29の外壁の一部を兼ねたものとなっている。石英窓23の真空シールは、図示しない金属リングで行なっている。また、真空室29は、矩形電磁ホーン24の開口部に厚さ3mmの石英製仕切板26を置き、上下のプラズマを分離している。さらに、真空室29は、図示しないコンダクタンス調整バルブを介して真空排気系に通じている。

前記矩形電磁ホーン24は、マイクロ波の電界方向の開口径が500mm、磁界方向の開口径が420mm、長さ580mmと設定してある。

真空室29の外側には、磁場を発生するコイル30を配置してある。

真空排気系は、ターボ分子ポンプ28aと、油回転ポンプ28bと、図示しないコンダクタンス

調整バルブとを備えている。

次に、前記した構成の装置を用いて、プラズマエッチングを行なう場合について説明する。

実施例1と同様に、マイクロ波発生源21からマイクロ波導波系22を通し、矩形電磁ホーン24に2.45GHzマイクロ波を導いた。

磁場は、コイル30に電流を通じて発生させ、電子サイクロトロン共鳴点が仕切板26と基板27の間にあるようにした。

基板27は、厚さ15 μm のポリイミドを塗布した400 $\text{mm} \times 300\text{mm}$ のガラス基板上に、0.2 μm の酸化シリコン膜をプラズマCVD法で形成し、直径2 μm の穴のパターンを酸化シリコンに形成したものをを用いた。

ガスは、酸素を毎分200 cm^3 ほどガス吹出管25を通して流し、ターボ分子ポンプ28aにより排気した。真空室29内の圧力は、約1Paであった。

マイクロ波発生源21から2kWのマイクロ波を投入したところ、ほぼ均一なプラズマが発生し、

ている。また、円形電磁ホーン34の開口部には、厚さ3 mm の石英製仕切板38を置き、上下のプラズマを分離している。さらに、真空室45は、コンダクタンス調整バルブ42を介して真空排気系に通じている。

円形電磁ホーン34の外側には、コイル35、36が設けられている。コイル35、36に電流を通じて磁場を発生させる。電子サイクロトロン共鳴点は、仕切板38と基板41の間にあるようにした。なお、コイル35、36の外周に、軟鉄板のカバー37を置き、磁力を強化するようにしてある。

円形電磁ホーン34は、開口部の直径1000 mm で長さ900 mm に設定してある。この開口径では、理想的には2.5 $\text{m} \sim 3\text{m}$ の長さがあることが望ましいが、2.5 $\text{m} \sim 3\text{m}$ の真空室を作り、これに0.1T近い磁場を印加することは、装置が大型化し、消費電力も大きくなり、実用上問題が多い。そこで、長さを短くしたが、この長さではマイクロ波が充分均一には拡がらず、中心部の

ポリイミドが酸化除去された。ポリイミドのエッチングレートは、毎分約1 μm で、全面にわたりほぼ一定であった。

実施例3

実施例3について第3図により説明する。

第3図に示す実施例は、前記実施例1および2と同様に、マイクロ波供給部と、処理部と、真空排気系とを備えて構成される。

マイクロ波供給部は、マイクロ波発生源31と、前記実施例1と同様に構成されるマイクロ波導波系32とを備えて構成される。

前記処理部は、円形電磁ホーン34を含む真空室45と、その真空室45内部に、仕切板38と、ガス吹出管39と、基板41を指示する基板台40とを備えている。

真空室45は、マイクロ波導波系32から円形電磁ホーン34に入る直前で、石英板33で真空シールを行ない、円形電磁ホーン34は真空室45の外壁の一部を兼ねたものとなっている。石英窓33の真空シールは、金属リングで行なっ

照射強度が周辺に比べ強くなり、中央のプラズマ密度が高い状態となる。そこで、本実施例では、仕切板38を球面として、中央部を基板に近づけ、プラズマ密度が高いだけ、寄与するプラズマの長さが短くなるようにしてある。

真空排気系は、ターボ分子ポンプ43と、油回転ポンプ44と、コンダクタンス調整バルブ42とを備えている。

次に、前記した構成の装置を用いて、アモルファスシリコン膜の成膜を行なう場合について説明する。

マイクロ波発生源31からマイクロ波導波系32を通し、円形電磁ホーン34に2.45GHzのマイクロ波を導いた。円形電磁ホーン34に入る直前で、矩形から円形にモード変換を行なう。

基板41は、一辺600 mm の正方形のガラス基板を用いた。

ガスは、モノシランを毎分200 cm^3 ほどガス吹出管39を通して流し、ターボ分子ポンプ43により排気した。真空室45内の圧力は、コンダク

タンス調整バルブ42により、0.2Paに調整した。基板41は、基板台40に取り付け、基板台40に内蔵されたヒータ(図示せず)により、150℃に加熱した。

マイクロ波発生源31から6.5kVのマイクロ波を投入したところ、中央部がやや強い傾向はあるが、全空間にわたりプラズマが発生し、ガラス基板上にアモルファスシリコン膜が形成された。5分間で約0.5μmの膜が形成され、膜厚むらは±3%以内であった。

【発明の効果】

本発明によれば、大面積にわたり、均一に、マイクロ波プラズマによる処理ができる効果がある。従って、大面積の基板を、素子等の性能を劣化することなく、しかも、歩留まりよく処理することができる。また、一度に多くの基板を歩留まりよく処理することができ、単位時間当たりの処理量を増すことができる。

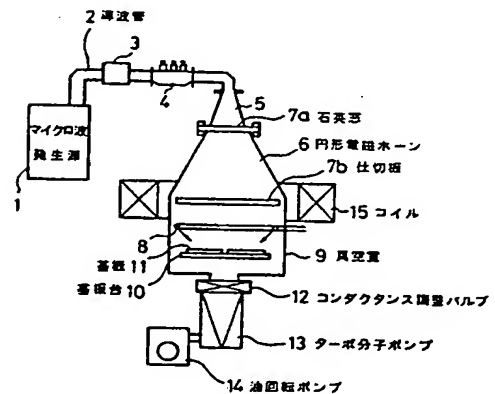
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例1のマイクロ波プラズ

マ処理装置の縦断面図、第2図は実施例2のマイクロ波プラズマ処理装置を示した斜視図、第3図は実施例3のマイクロ波プラズマ処理装置の縦断面図、第4図は矩形ホーンにおける最適設計の開口長a、bとホーン長Lとの関係を示すグラフである。

1…マイクロ波発生源、2…導波管、3…アイソレータ、4…チューナ、5…矩形-円形モード変換器、6…円形電磁ホーン、7a…石英窓、7b…仕切板、8…ガス吹出管、9…真空室、10…基板台、11…基板、12…コンダクタンス調整バルブ、13…ターボ分子ポンプ、14…油回転ポンプ、15…コイル、21…マイクロ波発生源、22…マイクロ波導波系、23…石英窓、24…矩形電磁ホーン、25…ガス吹出管、26…仕切板、27…基板、28a…ターボ分子ポンプ、29…真空室、30…コイル、31…マイクロ波発生源、32…マイクロ波導波系、33…石英窓、34…円形電磁ホーン、35、36…コイ

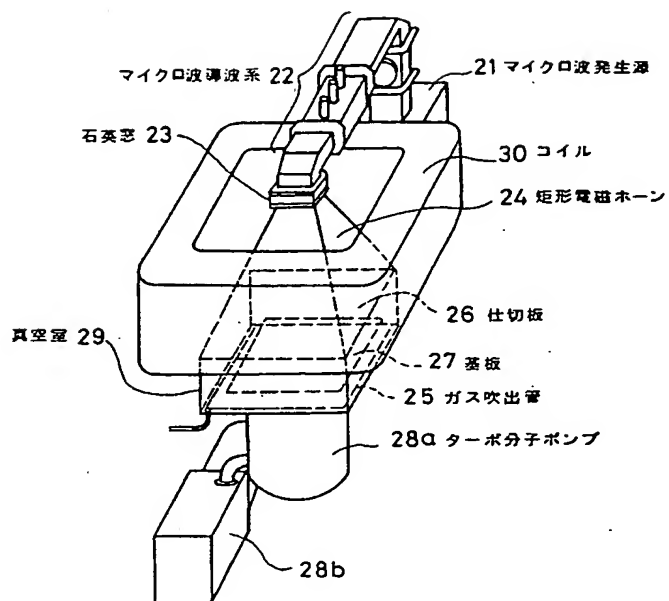
第1図



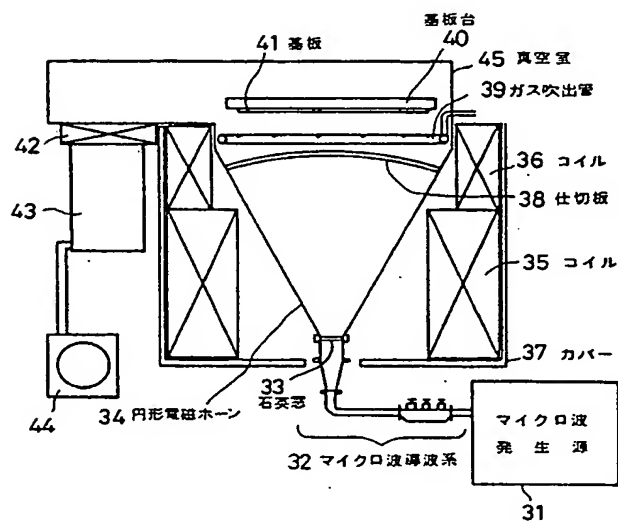
出願人 株式会社 日立製作所
(ほか 1名)

代理人 弁理士 富田 和子

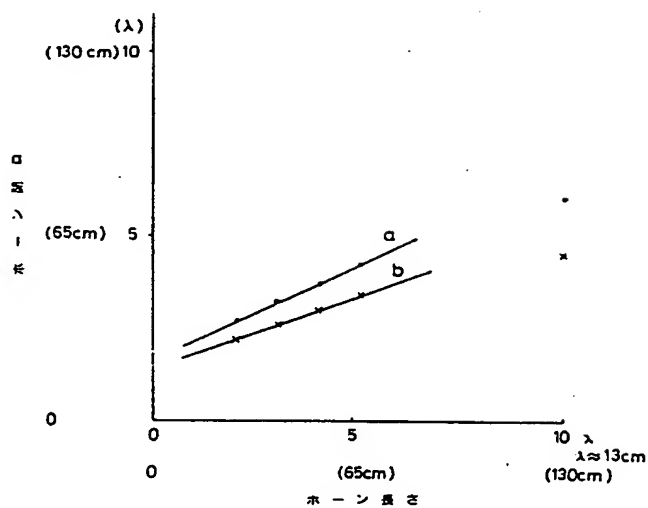
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第1頁の続き

⑤Int. Cl.⁵

H 01 L 21/302
21/31

識別記号

B
C

庁内整理番号

8122-5F
6940-5F

- ⑦発明者 中谷 光雄 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内
- ⑦発明者 鈴木 和夫 茨城県日立市会瀬町2丁目9番1号 株式会社日立エンジニアリングサービス内
- ⑦発明者 園 部 正 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内